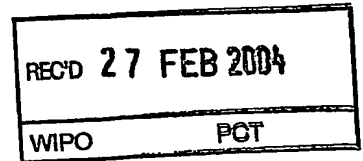


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 06 864.3

Anmeldetag: 19. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, 70546 Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Feinarbeiten von zylindrischen Innen-
flächen

IPC: B 24 B 33/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Waller

DaimlerChrysler AG

Rauscher
13.02.2003

Verfahren zum Feinbearbeiten von zylindrischen Innenflächen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feinbearbeiten einer zylindrischen Innenfläche nach Anspruch 1.

Das Feinbearbeiten von zylindrischen Flächen, insbesondere das Feinbearbeiten von Zylinderlauflächen in Zylinderkurbelgehäusen wird in der Regel durch Honen realisiert. Hierzu
10 gibt es eine Vielzahl von Veröffentlichungen, wie z. B. die DE 44 32 514 A1, in der ein Verfahren beschrieben wird, durch das ein hochgenaues Endmaß einer gehonten Fläche erzielt werden kann.

15 Die DE 196 05 588 C2 beschreibt ein Verfahren, in dem eine Zylinderlaufläche in einem oberen und unteren Totpunkt eines Kolbens so behandelt wird, dass sie in diesen Bereichen höheren Verschleißbedingungen standhält.

20 Der bekannte Stand der Technik beschränkt sich jedoch auf die Feinbearbeitung einer Fläche, die durchgehend das selbe Oberflächenmaterial aufweist. Es kann jedoch vorkommen, dass die Zylinderlaufläche durch unterschiedliche Materialien dargestellt ist. Hierbei handelt es sich um einen weichen Bereich, der beispielsweise durch das Gussmaterial des Zylinderkurbelgehäuses gebildet wird, und einen härteren Bereich, der durch eine Zylinderlaufbuchse dargestellt ist.

30 In derartig gestalteten Fällen ist das Feinbearbeiten, insbesondere das Honen, besonders schwierig, da die angewendeten

Bearbeitungsmittel, z. B. der Honstein, durch das weichere Material verschmiert und seine Schleifwirkung verliert.

5 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, zylindrische Innenflächen, die unterschiedliche Materialien aufweisen, so feinzubearbeiten, dass die Standzeiten der Bearbeitungsmittel deutlich verbessert werden.

10 Die Lösung der Erfindung besteht in einem Verfahren nach Anspruch 1.

Das erfindungsgemäße Verfahren nach Anspruch 1 zeichnet sich dadurch aus, dass eine zylindrische Innenfläche, insbesondere eine Zylinderlaufbuchse die mindestens einen weicheren und
15 mindestens einen härteren Bereich in axialer Richtung aufweist, durch Honschritte, einem Vorhonschritt (Vorhonen) und einem Feinhonschritt (Feinhonen) feinbearbeitet wird.

20 Unter Honen wird hierbei jede Art von Feinbearbeitung verstanden, bei der Oberflächenbereiche durch die Einwirkung von Schleifpartikeln abgetragen werden. Diese Schleifpartikel sind üblicherweise in einem Honstein gebunden, der an einer Honahle befestigt ist.

25 Hierbei wird während des Vorhonens entlang einer Zylinderachse ein Konus eingebracht, der sich vom härteren Bereich zum weicheren Bereich hin ausdehnt. Dieser Konus wird während des Feinhonens im härteren Bereich bis etwa zu einer Grenzfläche härterer Bereich-weicherer Bereich ausgeglichen, so dass im
30 härteren Bereich im Endzustand wieder eine zylindrische Innenfläche vorliegt. Im weicheren Bereich bleibt der Konus erhalten.

35 Durch den Konus, der den Grenzbereich zwischen weicheren und härteren Bereich überschreitet, wird verhindert, dass die

ausgesprochen feinen Schleifpartikel auf einem Feinhonstein durch das Material des weicheren Bereiches verschmieren.

5 In einer Ausgestaltung der Erfindung wird der Konus durch einen konischen oder einen, entlang eines Konuses ausgerichteten Honstein, eingebracht. Durch den konischen oder konisch ausgerichteten Honstein kann der Konus bereits durch das Werkzeug vorgegeben werden und wird exakt eingehalten.

10 In einer anderen Ausgestaltungsform der Erfindung wird der Konus durch einen herkömmlichen Honstein eingebracht, der Honstein und die Honahle werden durch die Prozessparameter derart gesteuert, dass entlang der Vorschubrichtung ein zunehmender Materialabtrag erfolgt, was zu Bildung des Konuses
15 führt.

Die Prozessparameter, die den höchsten Einfluss auf die Ausbildung des Konuses haben, sind eine Vorschubgeschwindigkeit der Honahle entlang einer Zylinderachse und ein Anpressdruck
20 der Honahle an die zylindrische Innenfläche.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind auf einer Honahle mehrere Typen von Honsteinen angebracht, die jeweils für den entsprechenden Anwendungsfall (beispielsweise Vorhonen oder Feinhonen) ausgefahren bzw. zurückgezogen werden
25 können.

Der Konus, der erfindungsgemäß entlang der Zylinderlaufläche eingebracht wird, weist in der Regel eine geringe Radiusänderung zwischen 10 μm und 100 μm auf. Diese Radiusänderung erstreckt sich entlang der zylindrischen Innenfläche auf einer
30 Länge zwischen 20 mm und 200 mm.

Zur Vermeidung einer diskreten Stufe im weicheren Bereich
35 kann der Konus in einen gegenläufigen Konus münden, was zu

einer konvexen Form im weicheren Bereich führt. Die konvexe Form kann zur Geräuschreduzierung im Motorbetrieb beitragen.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Erfindung sind anhand
5 der folgenden Zeichnungen näher erläutert.

Dabei zeigen:

10 Fig. 1, einen Schnitt durch eine unbearbeitete Zylinderlaufbuchse mit einem härteren Bereich (oben) und einem weicheren Bereich (unten),

Fig. 2a, ein Vorhonen mit einem konischen ausgerichteten Honstein,

Fig. 2b, ein Vorhonen mit einem geraden Honstein,

15 Fig. 2c, ein Vorhonen mit einer Honahle, die mit zwei Typen von Honsteinen besetzt ist und

Fig. 3 eine Zylinderlaufbuchse im fertig gehonten Zustand

Die Fig. 1 bis 3 stellen das erfindungsgemäße Verfahren in vereinfachter Form dar, wobei die Fig. 2a - c alternative Ausgestaltungen des Einbringens eines Konuses 11 aufzeigen.

20 In Fig. 1 ist eine unbearbeitete Zylinderlaufläche 2 als Querschnitt dargestellt. Die Zylinderlaufläche 2 teilt sich in einen härteren Bereich 4 und in einen weicheren Bereich 6 auf. Der Übergang 14 zwischen den Bereichen ist in dieser
25 Ausführungsform diskret, es ist jedoch auch ein fließender Übergang denkbar.

Der härtere Bereich 4 der Zylinderlaufläche 2 wird üblicherweise durch eine Zylinderlaufbuchse dargestellt, die beispielsweise aus einer übereutektischen Aluminium-Silizium-
30 Legierung besteht. Im vorliegenden Beispiel weist die Legie-

rung einen Siliziumanteil von ca. 25 % auf. Der hohe Siliziumanteil führt zu einer, für Aluminiumlegierungen hohen Härte. Der weichere Bereich 6 besteht im vorliegenden Beispiel aus einer herkömmlichen Aluminium-Druckgusslegierung.

5

Die Zylinderlaufbuchse wird gegebenenfalls durch ein, in den Figuren nicht dargestelltes Vordrehen bearbeitet, so dass produktionsbedingt größere Bereich der Oberfläche für das folgende Honen geglättet werden.

10

In einem folgenden Verfahrensschritt wird eine Honahle 7 mit - in der Regel mehreren - Honsteinen 8 in die Zylinderlaufbuchse 2 eingeführt. Die Honsteine 8 an der Honahle 7 sind bezüglich einer Zylindermittelachse 9 schräg ausgerichtet, so dass ein Konus 11 entlang der Zylinderlaufläche 2 ausgebildet wird. Es ist ebenfalls zweckmäßig, wenn die Honsteine 8 von sich aus bereits eine konische Form aufweisen.

20

Der Konus 11 weist eine Länge 10 von etwa 100 mm und eine Radiusänderung 12 von etwa 20 µm auf. Es ist somit anzumerken, dass der Konus in den Fig. 2a - c und Fig. 3 aus Gründen der besseren Veranschaulichung stark übertrieben dargestellt ist.

25

Die Honahle 7 mit den Honsteinen 8 wird zum einen mit einem Vorschub V entlang der Zylinderachse 9 bewegt, zum anderen wird die Honahle 7 um ihre eigene Achse gedreht und zusätzlich wird durch die Honahle 7 eine Rotationsbewegung entlang einer Wand der Zylinderlaufläche 2 beschrieben.

30

Die Honsteine 8, die für das Vorhonen angewendet werden, sind bevorzugt mit Diamanten als Schleifpartikel besetzt. Dabei weisen die Diamanten im Mittel einen größeren Durchmesser auf als die Schleifpartikel, die beim Feinhonen angewendet werden.

Während des Vorschubs V der Honahle 7 wird der Honstein 8 über den härteren Bereich 4 der Zylinderlaufbuchse 2 bewegt, dabei wird der Übergang 14 zum weicheren Bereich 6 überschritten. Die groben Schleifpartikel sind dabei derart ausgestaltet, dass sie durch die Aluminiumlegierung im weicheren Bereich 6 nicht verschmiert werden. Die Lebensdauer des Honsteins 8 wird somit nicht erheblich beeinträchtigt.

10 Analog zu dem unter Fig. 2a beschriebenen Verfahren wird in einer weiteren Ausführungsform nach Fig. 2b zur Darstellung des Konuses 11 eine herkömmliche Honahle 7' angewendet, bei der Honsteine 16 weitgehend parallel zur Zylinderachse 9 ausgerichtet sind. Der Konus 11 wird in der Art eingebracht, 15 dass der Vorschub V in Richtung des weicheren Bereiches 4 entsprechend verlangsamt wird und/oder die Verweildauer an einem unteren Umkehrpunkt der Honahle 7' entsprechend verlängert wird.

20 Zusätzlich ist es möglich, den Anpressdruck P an die Zylinderlauffläche 2 zu erhöhen. Die genannten Maßnahmen bewirken, dass im entsprechenden Bereich der Abtrag erhöht wird. Die Parameter Vorschub V, Verweildauer und Pressdruck P werden durch eine geeignete Steuerung derart eingestellt, dass sich 25 der erfindungsgemäße Konus 11 ausbildet.

In einer dritten hier aufgeführten Ausgestaltung der Erfindung nach Fig. 2c wird eine Honahle 18 angewendet, die (mindestens) zwei Typen von Honsteinen enthält, die je nach Anforderung heraus und zurück gefahren werden können. Eine derartige Honahle 18 wird auch als doppelaufweitbare Honahle bezeichnet.

Die doppelaufweitbare Honahle enthält erfindungsgemäß mindestens einen Satz Honsteine 20 für das Vorhonen und einen Satz Honsteine 22 für das Feinhonen. Somit muss für das - im Weiteren noch beschriebene - Feinhonen die Honahle 18 nicht ausgetauscht werden.

Die doppelaufweitbare Honahle kann für das Vorhonen wahlweise mit einem winklig angestellten Honstein analog zu Fig. 2a ausgestattet sein oder sie kann der geeigneten Steuerung nach Fig. 2b unterzogen werden. In beiden Fällen wird der Konus 11 dargestellt.

Im Anschluss der in den Fig. 2a - c dargestellten Alternativen wird der härtere Bereich 4 mit einem Feinhonstein 26, 22 auf die gewünschte Toleranz und Oberflächenbeschaffenheit feingehont (Fig. 3). Nach dem Feinhonen weist die Zylinderlaufbuchse 2 im härteren Bereich 4 die zylindrische (oder je nach Anforderung nahezu zylindrische) Form auf, die für eine optimale Kolbenbewegung notwendig ist.

Im weicheren Bereich 6 bleibt der Konus 11 erhalten und geht zur Vermeidung einer ungewünschten Stufe in einen Gegenkonus 30 über. Durch den Rest des Konuses 11 und dem Konus 30 wird eine konvex Form 28 im weicheren Bereich 6 gebildet.

Diese konvex Form im unteren Bereich der Zylinderlaufbuchse führt zu einer besseren Kolbenführung und zu einer deutlichen Reduzierung der Kolbengeräusche und bietet demnach einen Komfortvorteil im Motorbetrieb.

30

DaimlerChrysler AG

Rauscher
13.02.2003Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Feinbearbeitung einer zylindrischen Innen-
fläche, insbesondere einer Zylinderlaufläche, die in a-
xialer Richtung Material verschiedener Härten aufweist,
wobei die zylindrische Innenfläche mindestens einem
Vorhonschritt und einem Feinhonschritt unterzogen wird,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- dass durch den Vorhonschritt ein Konus (11) in der
zylindrischen Innenfläche in der Art eingestellt
wird,
 - 15 • dass der Konus (11) sich von einem härteren Bereich
(4) zu einem weicheren Bereich (6) hin aufweitet und
 - in dem anschließenden Feinhonschritt der Konus (11)
im härteren Bereich (4) wiederum zu einer zylindri-
schen Innenfläche ausgeglichen wird und
 - 20 • im weicheren Bereich (6) der Konus (11) bestehen
bleibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Konus (11) der zylindrischen Innenfläche durch
25 einen zu dieser konisch verlaufenden Honstein (8) erzeugt
wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Konus (11) durch Einstellung der Honparameter erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Konus (11) durch die Einstellung des Vorschubs
(V) der Honahle (7') in axialer Richtung (9) und/oder
durch die Einstellung des Anpressdrucks (P) der Honahle
(7') an die zylindrische Innenfläche erzeugt wird.
- 10
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Honahle (18) mit unterschiedlichen Typen von
Honsteinen (20, 22) eingesetzt wird, die selektiv für den
15 Vorhonschritt oder Feinhonschritt angewendet werden oder
die selektiv für unterschiedliche Bereiche der zylindri-
schen Innenfläche (4, 6) angewendet werden.
- 20
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass der Konus in axialer Richtung (9) über eine Länge
(10) von 20 mm bis 200 mm eingebracht wird und über die-
sen Bereich eine Änderung des Radiuses (12) der zylindri-
schen Innenfläche von 10 µm bis 100 µm eingestellt wird.
- 25
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass in den weicheren Bereich (6) ein zweiter gegenläufi-
ger Konus (30) eingebracht wird, so dass im weicheren Be-
reich (6) eine konvexe Form (28) eingestellt wird.
- 30

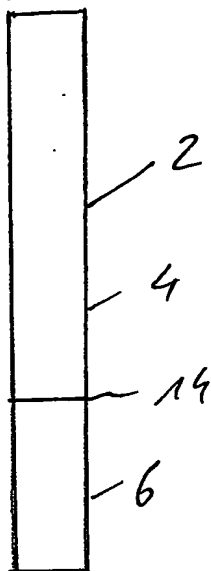


Fig 1

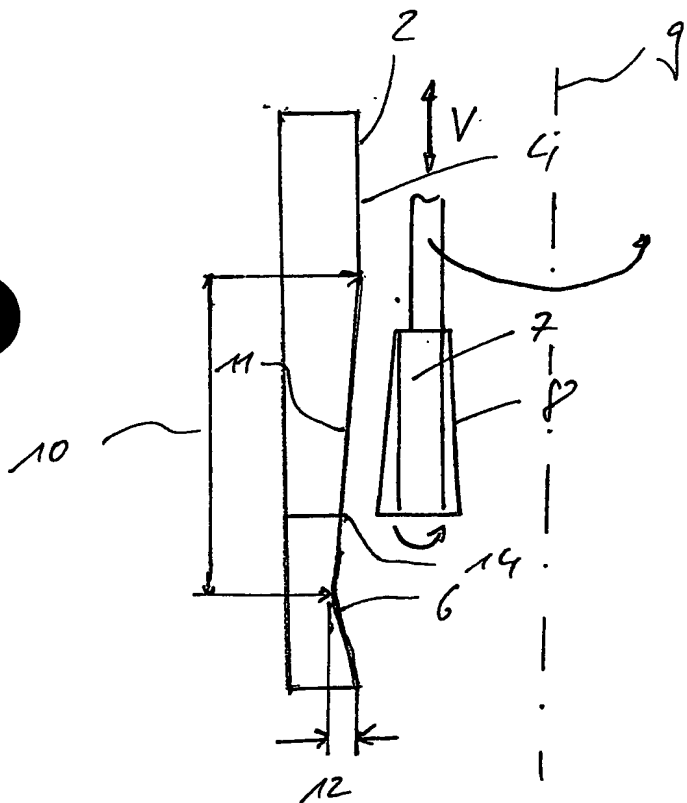


Fig 2a

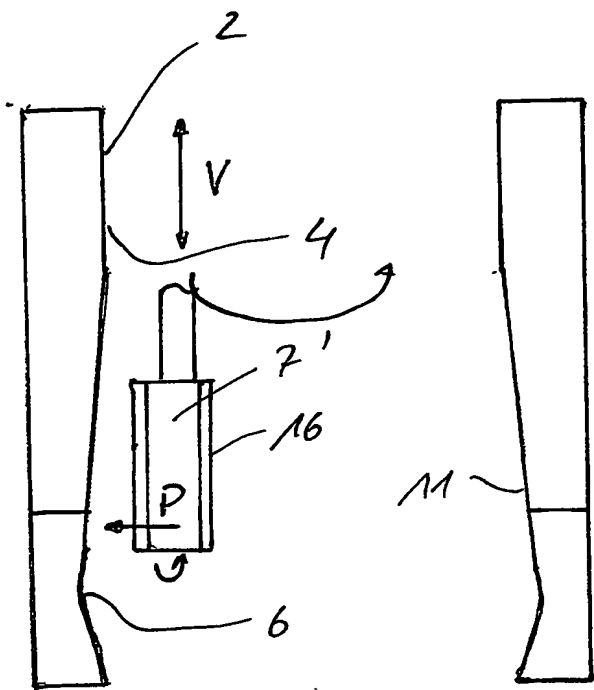


Fig 2b

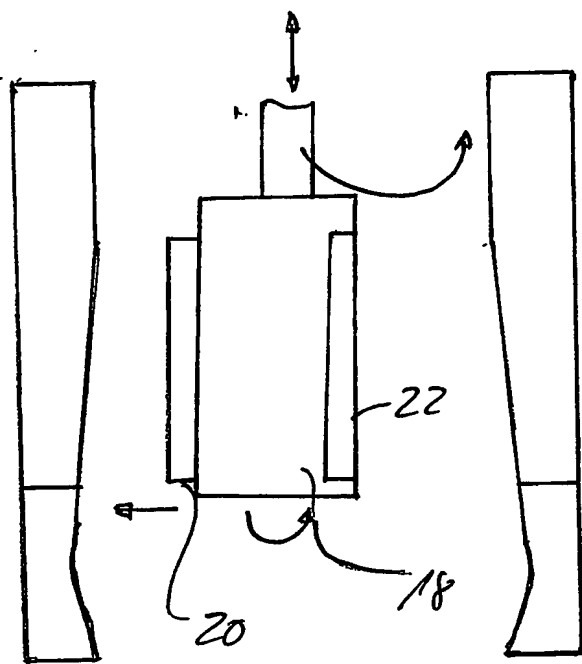


Fig 2c

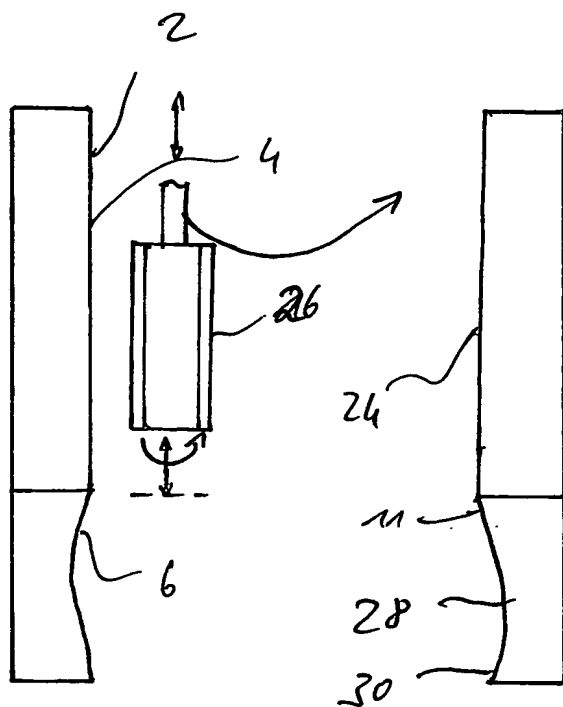


Fig 3

DaimlerChrysler AG

Rauscher
13.02.2003Zusammenfassung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feinbearbeitung einer zylindrischen Innenfläche, insbesondere einer Zylinderlauffläche, die in axialer Richtung Material verschiedener Härten aufweist. Die zylindrische Innenfläche wird einem Feindrehschritt einem Vorhonschritt und einem Feinhonschritt
10 unterzogen. Das Verfahren zeichnet sich dabei dadurch aus, dass durch den Vorhonschritt ein Konus (11) in der zylindrischen Innenfläche in der Art eingestellt wird, dass der Konus (11) sich von einem härteren Bereich (4) zu einem weicheren Bereich (6) hin aufweitet. In dem anschließenden Fein-
15 honschritt wird der Konus (11) im härteren Bereich (4) wiederum zu einer zylindrischen Innenfläche ausgeglichen, in dem weicheren Bereich (6) bleibt der Konus (11) bestehen. Hierdurch wird verhindert, dass die feinen Schleifpartikel auf dem Feinhonstein durch die Berührung mit dem weicheren Bereich verschmieren.
20

(Fig. 2a)

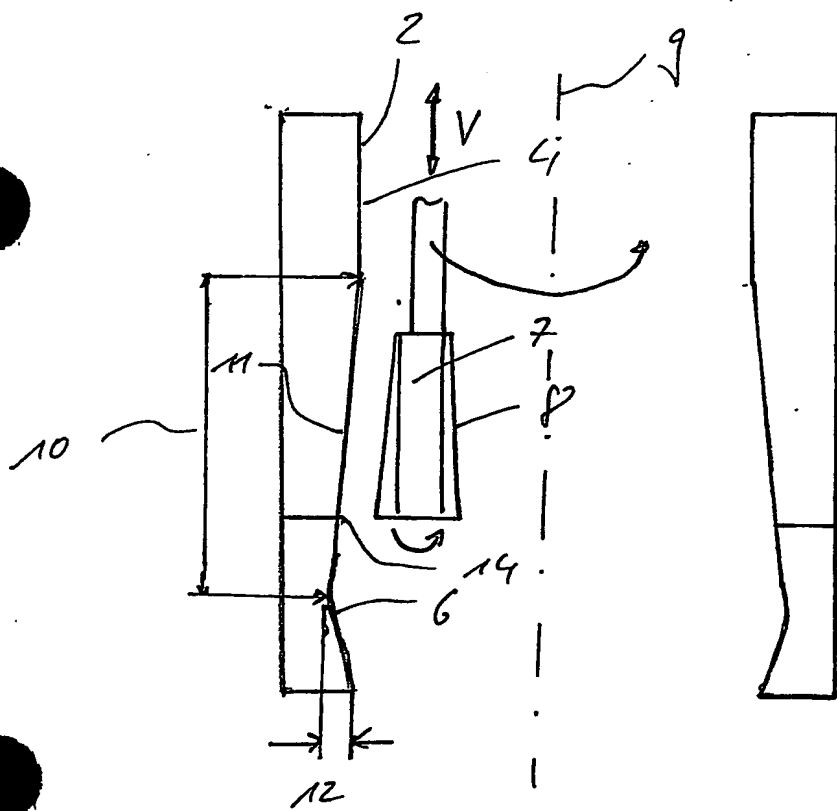


Fig 2a